

지역간 의료이용 변이지표의 통계학적 분포와 검정에 대한 연구

남정모, 이선희¹⁾, 조우현

연세대학교 의과대학 예방의학교실, 이화여자대학교 의과대학 예방의학교실¹⁾

A study on the Statistical Distribution and Testing of Variation Indices at the Small Area Variation Analysis

Jungmo Nam, Sunhee Lee¹⁾, Woohyun Cho

Dept. of Preventive Medicine, Medical College of Yonsei University, Dept. of Preventive Medicine, Medical College of Ewha Womens University¹⁾

Objectives. The Study of Small Area Variation(SAV) is most interesting issue in the health care researches. Most studies of SAV have been concluded the existences of variation on the basis of the magnitude of variation without statistical testing. But it is difficult to explain the existence of variation with this way because variation indices are easily influenced by several parameters and also their distribution are skewed. So, it needs for the study to investigate the distribution of these indices and develop the statistical testing model.

Methods. This study was planned to analyze on the distribution of variation indices such as Extremal Quotient(EQ), Coefficient of Variation(CV), Systematic Component of Variation(SCV) and compare the statistical power among indices. The simulations was performed on the basis of several assumptions and compared to the empirical data.

Results. Main findings can be summarized as follows.

1. If other conditions are constant, the more number of regions, the larger 95 percentile of EQ. But under same situation, 95 percentile of CV and SCV were slightly decreased.
2. If the size of regional population or utilization rate were

increased, 95 percentile of all statistics were decreased. Also in the cases of small population size and low utilization rate, 95 percentiles of EQ showed various change contrast to the little change of CV.

3. If the difference at the size of regional population were increased, 95 percentiles of EQ and SCV were increased contrast to the little difference of CV

4. If the utilization rate were increased, 95 percentiles of all indices were increased. But under the same difference of utilization rate, the power of CV and SCV were increased comparing to no change of the power of EQ.

5. Usually the power of EQ were lower than that of CV or SCV and it is similar between CV and SCV.

Conclusions. Therefore, we suggest that in selecting the variation indices at the SAV, CV or SCV are superior than EQ in terms of significance level and power.

Korean J Prev Med 1999;32(1):80-87

Key Words: small area variation, EQ, CV, SCV, statistical testing

서 론

Wennberg와 Gittelsohn(1973)의 연구를 시작으로, 소규모 지역 단위에서 지역간 입원률 또는 의료이용률의 변이를 알아보고자 하는 연구들이 범세계적인 관심속에서 활발하게 수행되고 있다. 이러한 연구는 소규모 지역을 분석단위로 하므로써, 의료이용의 변이를 공급자 측면에서 설명할 수 있으며, 각 지역별로 요약되어 있는 이차자료를 분석에 이용할 수 있다는 장점들을 가지고 있다.

소규모 지역간 의료이용률의 변이를 알아보는 초기 연구에서는 의료이용률이 가장 높은 지역과 가장 낮은 지역의 비로서 정의되는 Extremal Quotient(이하 EQ라 함.)가 가장 많이 사용되었으며, 그의 Coefficient of Variation(이하 CV라 함.)와 Systematic Component of Variation(이하 SCV라 함.) 등도 사용되었다(Stockwell & Vayda, 1979; McPherson et al, 1981; 1982; Wilson & Tedeschi, 1984). 우리나라에서는 조우현 등(1991)이 소규모 지역간 의료이용에 대한 연구

동향을 소개한 이후로 실증적인 자료에서 변이의 존재를 구명하고자 하는 연구들이 최근에 많이 보고되고 있다(안형식 등, 1991; 김혜경 등, 1992; 문옥륜 등, 1992; 이선희 등, 1994; 조우현 등, 1994; 김세라, 1994).

이제까지 발표된 국내의 연구들의 대부분은 기술통계적인 지표와 자료로부터 계산된 EQ, 또는 범위의 크기만을 가지고 지역간 변이를 설명하였다. 그러나 EQ, CV, 그리고 SCV 통계량들은 여러가지 모수에 의해 민감하게 영향을 받으며(Diehr et al, 1990a), 분포, 또한 상당히 치우쳐 있으므로 추정된 통계량이 크다

고 해서 지역간 의료이용의 변이가 존재한다고 단정하기는 어렵다. 따라서 소규모 지역간 의료이용의 변이가 존재함을 확인하기 위해서는 통계적인 유의성 검정을 시행하는 것이 바람직하며, 이를 위해서는 EQ, CV, 그리고 SCV 등의 변이지표에 대한 분포를 추정하는 방법론적인 연구가 선행되어야 한다.

그러나 이들 통계량들의 분포는 이론적으로 구하기 어려우므로 대부분의 연구들(Diehr et al, 1990a)에서는 시뮬레이션을 이용하여 통계량의 근사적인 분포를 추정하였다. 그러나 통계량의 분포에 직접적으로 영향을 미치는 요인들이 많으므로 일반적으로 폭넓게 사용할 수 있는 통계량의 분포를 제시하는 것이 현실적으로 어려웠으며 이제까지의 방법론적인 연구는 매우 제한적일 수 밖에 없었다.

EQ, CV, 그리고 SCV 등의 통계량 분포에 영향을 미치는 요인으로는 지역수, 각 지역내 인구수, 의료이용률의 크기, 의료이용의 분포특성 등을 들 수 있다. Diehr 등(1990a)은 시뮬레이션을 통해 의료이용률의 크기와 지역수, 의료이용의 분포 등이 변화할 때, 그에 따른 통계량들의 95백분위수를 추정하고 그 값을 비교하였다. 시뮬레이션 결과, 의료이용률이 커짐에 따라 이들 통계량들의 95백분위수의 값은 작아짐을 보고하였다. 또한 지역인구수 중 절반정도가 동일 지역의 의료기관을 이용한다고 전제하고 지역인구수의 변동에 따른 통계량 분포의 변화를 살펴본 결과, 각지역 적용대상자가 적을수록 통계량들의 95백분위수의 값은 커짐을 보였다.

또한 의료이용의 분포와 관련하여 동일한 사람이 여러 번 의료이용을 하는 재입원이 있는 경우에 이들 통계량의 95백분위수는 큰 변이를 보였다. 이러한 변이의 원인으로, Diehr 등(1990a)은 재입원이 있는 의료이용 자료의 경우, 실제 자료가 이항분포, 포아송분포, 그리고 음이항분포 등 이론적 분포들에 잘 부합되지 않는 경우가 많기 때문이라고 설명하였다. 이상에서 살펴본 바와 같이 Diehr 등(1990a)의 연구는 지역간 변이와 관련된

다양한 자료적 특성에 대해 유용한 정보를 제시하고 있으나 시뮬레이션을 통해 변이통계량의 분포를 추정하였기 때문에 그 결과를 다른 연구에 적용하기 어렵다는 제한점을 가지고 있다.

따라서 Diehr 등(1990b)은 이러한 문제점을 해결하기 위해서 해당 의료이용 자료의 실제 경험적 분포(empirical distribution)를 사용할 것을 제안하였으나 이는 개인수준에서의 자료가 있어야만 가능하고 또한 각 지역내 인구수가 많은 경우에는 시뮬레이션을 시행하는 것에 여러 가지로 어려운 점이 있을 수 있다. 이러한 현실적인 어려움으로 인해 국내에서 이러한 방법으로 통계량의 분포를 구하고 통계적 유의성 검정을 한 연구는 극히 소수에 불과한 실정이다(이선희 등, 1994; 조우현 등, 1994).

Diehr 등(1992)은 지역간 의료이용변이에 사용되는 통계량, 즉 EQ, CV, SCV, 그리고 χ^2 -검정 등의 지표에 대한 검정력을 몇 가지 대립가설 하에서 비교분석한 바 있는데 χ^2 -검정이 대부분의 대립가설 하에서 높은 검정력을 보였으며 EQ는 상대적으로 검정력이 낮았다. 또한 의료이용률이 높을수록, 그리고 지역내 인구수가 많을수록 검정력은 상대적으로 높았다. 그러나 위의 연구는 분포에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대해 종합적이고 체계적인 대립가설을 설정하지 않고 경험적 자료로부터 제기되는 몇 가지 대립가설 범위내에서 검정력을 조사하였다. 따라서 다양한 대립가설 하에서의 검정력을 조사하여 어떤 경우에 어떤 통계량을 사용하는 것이 좋을 지에 대한 기준을 제시할 수 있는 연구가 필요하다고 하겠다.

이에 이 연구는 지역간 의료이용의 변이를 구명하는데 많이 사용되는 EQ, CV, SCV 등의 통계량에 초점을 두고 다음과 같은 연구목적을 구명하고자 시행되었다.

첫째, 시뮬레이션을 통해 소규모 지역간 의료이용의 변이 지표로서 사용되는 EQ, CV, SCV의 분포를 제시하고, 모수의 변화에 따른 통계량들의 변화경향을 일반화함으로써 다른 연구에서 이들 통계량의 분포를 이용할 수 있도록 한다.

둘째, EQ, CV, SCV 통계량들의 검정력을 여러 가지 대립가설하에서 조사함으로써 실제자료를 분석할 때 어떤 통계량을 선택하여야 하는지에 대한 방법론적인 지침과 정보를 제공하고자 한다.

연구 방법

1. 시뮬레이션을 통한 EQ, CV, SCV 통계량의 분포 추정

개인의 의료이용에 대해 많이 사용되는 분포는 주어진 기간동안에 의료이용 유무에 초점을 둔 이항분포와 재입원이 있는 경우의 포아송분포, 음이항분포 등이 있다. 지역간 의료이용 변이에 대한 초창기의 연구들은 주로 외과적인 수술률 등 한번의 의료이용만이 가능한 자료에 초점을 두었기 때문에 이항분포를 가정하고 각 지역의 의료이용률이 정규분포에 근사한다는 사실을 이용하여 지역간 변이를 검정하였다. 이 연구는 개인수준의 자료가 가능하지 않고 지역별로 이차 자료의 분석만이 가능하다는 가정 하에서 EQ, CV, SCV 통계량의 분포 및 검정력을 다음과 같은 절차로 조사하였다.

x_i 와 n_i ($i=1, 2, \dots, k$)를 i 지역에서의 의료이용건수와 대상인구수라 각각 정의하면, i 지역의 의료이용률은 $p_i = x_i / n_i$ 이며 중심극한정리에 따라 정규분포를 따른다. 이를 이용하여 지역간 의료이용에 변이가 없다는 귀무가설하에서 의료이용률, 지역수, 지역인구수를 변화시키면서 시뮬레이션을 시행하였으며 그 과정은 Figure 1과 같다.

시뮬레이션에 사용된 의료이용률은 통상적인 수준을 감안하여 0.0005, 0.001, 0.005, 그리고 0.01을 적용하였으며, 지역수는 10, 20, 30, 40, 50을 각각 사용하였다. 지역내 적용인구수는 모든 지역이 동일한 인구수를 가지며, 인구규모는 100,000명과 50,000명, 10,000명인 경우로 구분하여 각각 시뮬레이션을 시행하였다. 또한 지역간 인구수에 차이가 있는 경우 통계량 분포의 변화를 알아보고자 지역내 인구수를 일양분포(uniform distribution)로부터 발생시켜 비교하였다.

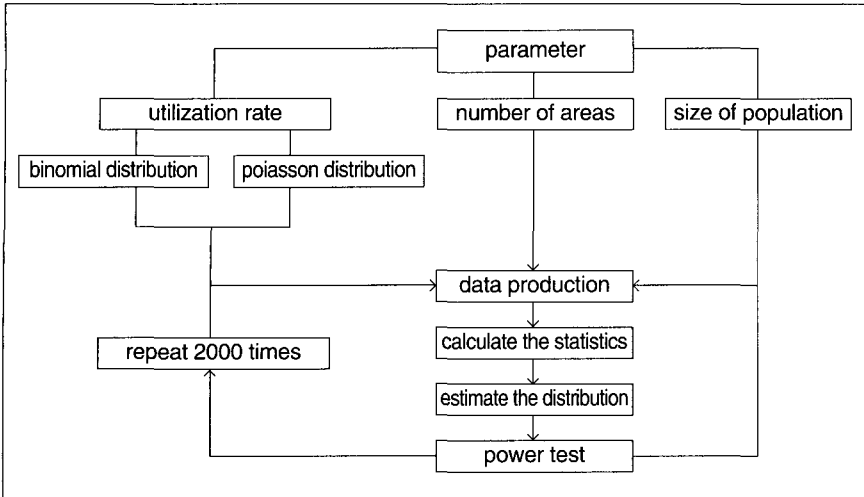


Figure 1. Simulation process.

일양분포는 평균이 100,000명이면서 분산이 다른 다음의 2가지 분포를 이용하였다.

$$U(1,100,000)+50,000, U(1,180,000)+5,000$$

이상의 시뮬레이션으로 얻어진 자료로부터 각각의 통계량을 계산하고 이 과정을 2,000번 반복하여 각 통계량의 95 백분위수를 추정하였다. 각각의 모수 변화에 따라 계산된 통계량의 분포를 이용하여 EQ, CV, 그리고 SCV의 검정력을 다음과 같이 두 가지 대립가설하에서 비교하였다. 첫번째 대립가설은 다음과 같다.

$$i \text{ 지역 의료이용률} = p_0 + \frac{(i-1) P_0 D}{k}$$

여기서, p_0 는 의료이용률이 가장 낮은 지역의 의료이용률이며 k 는 지역수이다. 그리고 $p_0 D/k$ 는 의료이용률의 크기에 따라 오름차순으로 정리하였을 때 인접한 지역간의 의료이용률의 차이를 나타내는 크기이며 D 의 값으로 0.1, 0.2, 0.3, 0.5를 사용하였다. 시뮬레이션을 통하여 구한 검정통계량들의 95백분위수를 이용하기 위해 전체 지역의 평균 의료이용률 p 와 p_0 의 관계를 구하면 다음과 같다.

$$p_0 = \frac{p}{1+(k-1)D/2k}$$

두번째 대립가설은 k 개 지역의 의료이용률 수준에 따라 3개의 집단(의료이용률이 낮은 지역, 중간지역, 높은 지역)으로 구분하며 각 집단내의 지역간 의료이용률은 동일한 경우이다. $p_0, R p_0, \text{ 그리고 } R^2 p_0$ 를 세 집단의 의료이용률로 각각 정의하고, 전체 지역수에서 이들 집단이 차지하는 비율을 각각 f_1, f_2, f_3 라 정의하면 전체지역의 평균입원율 p 와 p_0 는 다음과 같은 관계가 있다.

$$p_0 = \frac{p}{f_1 + f_2 R + f_3 R^2}$$

여기서 R 은 지역간 의료이용률의 비로서 1.1, 1.2, 1.3, 그리고 1.4를 사용하였다. 이상과 같은 대립가설하에서 1,000번을 반복하여 각 통계량의 95백분위수 넘는 개수를 검정력으로 정의하였다.

2. 시뮬레이션 결과와 실증적 자료 분석결과에서의 분포 비교

시뮬레이션을 통해 구한 통계량의 분포가 실증적 지표로 산출한 지표와 어떠한 차이가 있는지 또는 대신 사용할 수 있을 만큼 근사한지를 알아보고자 이선희 등(1994)의 연구와 비교하여 보았다. 이선희 등(1994)의 연구는 우리나라 지역 의료보험조합 의료이용 자료를 이용하여 주요 질병별로 지역간 입원율에 변이가 있는지를 구명하고자 하였으며 각 질병별 의료이용에 대한 자체충족률이 50%

이상인 지역만 선택하여 분석한 바 있다. 이 연구에서는 분석대상의 질병을 폐렴과 기관지염으로만 국한하여 비교하였으며 실증자료의 구조는 appendix에 제시하였다.

이선희 등(1994)의 연구에서 적용한 방법으로서 실증적인 자료를 토대로 분포를 추정한 방법을 시나리오 I로 정의하였을 때, 시나리오 II와 시나리오 III은 인구 10만명당 의료이용률이 폐렴인 경우 100, 기관지염인 경우 50으로 고정한 상태에서 시나리오 II는 각 지역의 인구수를 실제 지역 인구수 자료로부터 시뮬레이션한 경우이며, 시나리오 III은 모든 지역의 인구수를 100,000명으로 동일하다고 가정한 경우로서" 각 시나리오별 통계량 분포의 변화를 비교해 보았다.

연구 결과

1. EQ, CV, SCV 통계량의 분포

1) 각 지역 인구수가 동일한 경우에서 변이통계량의 분포

각 지역 인구수를 100,000명으로 동일하게 가정하고, 비교지역수와 의료이용률이 같은 조건에서 각 변이 통계량 분포를 비교해 보았다(Table 1). 개인 의료이용의 분포를 이항분포와 포아송 분포로 구분하여 적용한 경우를 비교하였을 때 EQ, CV, 그리고 SCV의 95백분위수는 큰 차이가 없었다. 지역수가 많아지면 EQ의 95백분위수는 약간 커지나 CV와 SCV는 조금 작아졌다. 또한 의료이용률이 증가하면 EQ, CV, 그리고 SCV 통계량 모두, 95백분위수는 작아졌으며 특히 EQ의 변화보다 CV나 SCV의 변화가 컸다.

한편 의료이용 분포를 이항분포로 가정하고 지역 인구수를 50,000명과 10,000명으로 구분하여 비교하였을 때 (Table 2), 비교지역수와 의료이용률이 동일한 조건에서 지역내 인구수가 작아지면 EQ, CV, 그리고 SCV 모두 95백분위수는 증가하였다. 특히 의료이용률이 지역내 인구수에 비해 낮은 경우에 EQ의

1) 실제로 평균 지역인구수는 폐렴인 경우 132,388명, 기관지염인 경우 135,009명임

Table 1. 95 percentile of variation indices by distribution type of utilization
(assuming that size of area population were same as 100,000 populations)

no of areas	utilization rate	distribution type of utilization					
		binomial distribution			poisson distribution		
		EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV
10	0.0005	1.929	0.196	14.267	1.945	0.195	14.175
	0.001	1.582	0.137	6.803	1.576	0.136	6.563
	0.005	1.220	0.061	1.340	1.221	0.062	1.390
	0.01	1.151	0.042	0.601	1.150	0.043	0.640
20	0.0005	2.132	0.178	10.055	2.129	0.178	9.919
	0.001	1.685	0.127	5.262	1.687	0.127	5.172
	0.005	1.254	0.056	0.973	1.256	0.056	1.013
	0.01	1.173	0.039	0.445	1.173	0.040	0.510
30	0.0005	2.250	0.173	8.622	2.239	0.173	8.927
	0.001	1.719	0.121	4.180	1.709	0.122	4.214
	0.005	1.266	0.054	0.783	1.270	0.054	0.851
	0.01	1.183	0.038	0.393	1.183	0.039	0.433
40	0.0005	2.330	0.168	7.256	2.334	0.169	7.802
	0.001	1.777	0.119	3.770	1.757	0.119	3.870
	0.005	1.276	0.053	0.679	1.283	0.053	0.740
	0.01	1.191	0.037	0.332	1.191	0.037	0.346
50	0.0005	2.350	0.165	6.486	2.369	0.166	6.900
	0.001	1.805	0.117	3.458	1.788	0.116	3.085
	0.005	1.287	0.052	0.602	1.286	0.052	0.634
	0.01	1.194	0.036	0.283	1.198	0.037	0.319

Table 2. 95 percentile of variation indices by size of area population
(assuming that individual utilization were to be approximated binomial distribution)

no of areas	utilization rate	size of area population					
		50,000 populations			10,000 populations		
		EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV
10	0.0005	2.793	0.278	28.993	-	0.682	184.605
	0.001	1.970	0.198	14.646	7.612	0.458	80.183
	0.005	1.327	0.086	2.542	1.962	0.196	14.426
	0.01	1.218	0.061	1.306	1.547	0.133	5.695
20	0.0005	3.152	0.254	20.746	-	0.598	122.427
	0.001	2.105	0.177	9.441	12.916	0.404	50.230
	0.005	1.375	0.079	1.872	2.121	0.181	10.517
	0.01	1.251	0.056	0.974	1.668	0.125	4.593
30	0.0005	3.432	0.244	16.882	-	0.572	101.373
	0.001	2.250	0.173	8.746	19.866	0.392	44.652
	0.005	1.408	0.077	1.632	2.215	0.172	8.540
	0.01	1.267	0.054	0.773	1.717	0.120	3.785
40	0.0005	3.685	0.241	15.994	-	0.554	83.699
	0.001	2.336	0.167	7.038	55.486	0.381	38.617
	0.005	1.423	0.075	1.426	2.304	0.167	7.189
	0.01	1.277	0.052	0.665	1.780	0.118	3.412
50	0.0005	3.831	0.234	13.038	-	0.535	69.650
	0.001	2.358	0.164	6.339	56.543	0.371	32.319
	0.005	1.436	0.073	1.249	2.365	0.166	6.685
	0.01	1.288	0.052	0.059	1.791	0.116	2.936

* : it can't be estimated 95 percentile of EQ

95백분위수가 추정되지 못하는 경우가 발생하여 그 분포가 매우 불안정하다는 것을 알 수 있었다.

2) 각 지역 인구수가 동일하지 않은 경우에서 변이 통계량의 분포
각 지역 인구수가 동일하지 않은 경우

의 통계량 분포를 살펴 보았을 때(Table 3) 지역간 인구수의 차이가 증가할수록 EQ와 SCV 통계량들의 95백분위수는 커지는 결과를 보였다. 특히 의료이용률이 작은 경우 EQ와 SCV의 추정값은 크게 변화한 반면 상대적으로 CV는 그 영향을 적게 받았으며 변화 폭이 크지 않았다. 즉 EQ와 SCV는 의료이용률의 크기와 인구수가 최소인 지역의 인구수에 영향을 민감하게 받음을 알 수 있었다.

3) 실증적 자료와 시뮬레이션 결과 비교

실제 경험적인 자료에서의 통계량의 분포가 시뮬레이션 결과에서 제시된 통계량의 분포와 차이가 있는지를 비교분석해 보았다. 이중 실증적 자료값을 토대로 시뮬레이션을 하여 지역인구수 자료를 산출, 활용한 시나리오 II와 지역인구수를 동일하게 고정한 시나리오 III은 앞서 제시된 바 있는 Table 1의 결과를 그대로 활용하였다.

이상의 방법에 따른 결과를 비교하였을 때(Table 4) 실제 자료분석의 결과라고 할 수 있는 시나리오 I과 시나리오 II는 큰 차이를 보이지 않았으나 시나리오 III에서 추정된 EQ 또는 SCV는 나머지 두 방법의 결과와 다소 차이를 보였다. 그러나 통계량간 비교에 있어서는 이러한 차이가 CV에서 상대적으로 적었으며 CV가 지역인구수의 변화에 대해 상대적으로 영향을 적게 받는다는 것을 알 수 있었다.

2. 검정력 비교

Table 5는 지역간 의료이용률의 크기를 오름차순으로 정리하였을 때 이웃하는 지역간의 의료이용률이 일정 차이만큼 있는 경우의 검정력을 제시한 결과이다. 사용된 모수는 각 지역의 인구수가 100,000명이고 전체지역의 평균 의료이용률이 0.0005, 0.001, 그리고 0.005이며 지역수가 10, 20, 30, 40, 그리고 50인 경우로 하였다.

전체적으로 EQ의 검정력이 CV나 SCV에 비해 낮으며 CV와 SCV의 검정력은 비슷하다는 것을 알 수 있었다. 또한

Table 3. 95 percentile of variation indicies by type of uniform distribution of area population¹⁾
(assuming that individual utilization were to be approximated binomial distribution)

no of areas	utilization rate	type of uniform distribution of area population					
		U(1,100000)+50000			U(1,190000)+5000		
		EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV
10	0.0005	2.231	0.208	17.390	3.175	0.217	33.098
	0.001	1.674	0.145	8.479	2.259	0.243	26.079
	0.005	1.264	0.068	1.846	1.206	0.052	1.212
	0.01	1.171	0.044	0.845	1.285	0.066	2.171
20	0.0005	2.247	0.195	12.135	6.208	0.292	31.304
	0.001	1.772	0.131	5.883	2.116	0.147	9.719
	0.005	1.258	0.056	1.032	1.608	0.103	4.071
	0.01	1.184	0.040	0.531	1.255	0.047	0.973
30	0.0005	2.405	0.179	8.796	3.338	0.213	15.966
	0.001	1.790	0.123	4.850	2.478	0.164	9.156
	0.005	1.295	0.054	0.900	1.463	0.063	1.871
	0.01	1.198	0.040	0.438	1.330	0.059	1.158
40	0.0005	2.493	0.161	7.971	5.274	0.190	17.733
	0.001	1.968	0.126	4.691	3.447	0.158	10.042
	0.005	1.332	0.056	0.919	1.505	0.076	1.610
	0.01	1.213	0.039	0.423	1.313	0.048	0.703
50	0.0005	2.657	0.171	7.348	6.296	0.238	14.707
	0.001	1.942	0.123	3.874	3.091	0.160	7.716
	0.005	1.335	0.057	0.763	1.549	0.065	1.497
	0.01	1.224	0.038	0.387	1.339	0.048	0.643

¹⁾ when the size of area population was different from each other and its minimum value was to be 10,000 populations or 50,000 populations

Table 4. Comparison of the results from empirical data with simulation in the 95 percentile of EQ, CV, SCV

Scinario	pneumonia			bronchitis		
	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV
I	2.12	0.13	~*	3.15	0.19	~*
II	2.17	0.14	6.36	3.44	0.18	12.72
III	1.81	0.12	3.46	2.35	0.17	6.49

* : SCV value was not shown in the paper of Lee SH (1994)

의료이용률이 증가하면 세 통계량 모두 검정력이 증가하였으며 동일한 의료이용률의 차이에 대해서는 EQ의 경우, 지역수가 많아짐에 따라 검정력이 증가하지 않았으나 CV와 SCV는 크게 증가하였다.

Table 6은 지역별 의료이용률을 수준에 따라 3개의 집단으로 구분하였을 때, 의료이용률이 동일한 각 집단내에서의 검정력을 보여준다. 전체적으로 EQ의 검정력이 낮았으며 CV와 SCV는 검정력이 비슷하였다. 의료이용률의 수준이 상, 중, 하인 세 집단의 구성비가 변화함에 따른 검정력에 큰 차이가 없었으나 지역수가 20개미만으로 작은 경우에는 EQ의 검정력이 CV나 SCV에 비해 높았다.

고찰

그간 소규모 지역간 의료이용의 변이에 대한 방법론적인 연구가 다수 있었으나 변이가 존재하는지를 구명하고자 하는 대부분의 실증적인 연구들이 통계적 검정을 시행하지 않고 기술적인 지표의 크기만으로 변이의 존재 유무를 해석하였다. 이러한 이유로는 개발된 검정통계량들의 분포를 알 수 없거나 실제 자료에 적용하기 어렵다는 문제점 때문이었다. 따라서 이 연구는 현재까지 많이 사용되고 있는 통계량들을 중심으로 그 분포를 제시하고 검정력을 비교하므로써 소규모 지역간 의료이용 변이의 존재를 검정하

기 위한 기초 정보를 제공하고자 시행되었다.

소규모 지역간 의료이용 변이의 존재를 검정하는 지표를 선택하기 위해서는 가장 우선적으로 자료의 측정수준이 무엇인지, 그리고 개인수준으로 자료가 조사되어 있는지 또는 지역별로 요약되어 있는 이차자료인지를 고려하여야 한다. 만약 개인수준으로 자료가 조사되어 있다면 지역간 변이의 존재를 구명하는데 여러 가지 통계적 방법을 적용할 수 있으나 이차자료를 가지고 분석한다면 그 적용범위는 상당히 제한적일 수밖에 없다.

개인수준의 자료를 이용하는 경우에도 들 수 있는 장점으로는 측정변수의 분포를 검토할 수 있다는 점이다. Cain과 Diehr(1992)는 개인수준의 의료이용 자료를 통해 의료이용 횟수에 대한 분포량을 제시하면서 소규모 지역간 변이에 사용되는 검정통계량으로서 χ^2 -통계량을 사용할 것과 재입원이 있는 경우에 이를 조정할 수 있는 방법을 제안한 바 있다. 또한 개인수준으로 측정된 변수가 이분형인 경우에 Gatsonis 등(1993)은 계층적(hierarchical) 로지스틱 모형을 사용하여 먼저 개인내에서의 의료이용의 변동을 분리하고 다음으로 지역간 변동을 분리하여 그 차이를 설명해내는 모형을 제안하였다.

그러나 이러한 개인수준의 자료를 이용할 수 없고 이차자료를 가지고 지역간 변이의 존재를 구명하여야 하는 경우에는 EQ, CV, 그리고 SCV 등의 통계량 지표를 비교하는 경우가 일반적이다. 그러나 이들 통계량들은 그 분포를 알 수 없으므로 많은 연구들은 시뮬레이션을 통해 그 분포를 추정하였다(Kazandjian et al, 1989; Diehr et al, 1990a). Diehr 등(1990a)은 의료이용률, 재입원률, 그리고 지역인구수의 크기를 변화하면서 이들 통계량의 근사분포를 구하였다. 결과에 따르면 EQ의 95백분위수는 의료이용률이 낮을수록, 모든 지역의 인구수가 동일한 경우보다 실제 지역 인구수를 사용한 경우, 지역 인구수의 평균이 적은 경우, 그리고 재입원률이 높을수록 커지는 것

Table 5. The power of variation indicies when it was a difference on the utilization rate among areas (if the difference were to be rate difference) (the repeat times : 1000)

no. of area	the difference of utilization rate among areas (D)											
	0.1			0.2			0.3			0.5		
	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV
(1) average utilization rate = 0.0005												
10	60	64	62	77	79	78	150	156	161	298	360	362
20	61	70	67	72	144	140	137	234	235	315	551	551
30	60	80	78	90	130	139	132	251	264	326	666	682
40	46	55	61	81	147	154	156	336	345	352	783	794
50	68	63	58	118	185	191	182	364	379	421	860	872
(2) average utilization rate = 0.001												
10	68	71	72	134	160	160	249	318	324	604	742	748
20	81	80	81	142	216	222	299	472	475	683	918	921
30	81	98	94	165	255	251	356	611	607	795	981	980
40	55	84	87	146	307	317	339	688	694	794	996	996
50	68	86	81	165	343	333	363	780	774	820	999	998
(3) average utilization rate = 0.005												
10	198	211	208	654	734	737	947	977	977	1000	1000	1000
20	209	333	331	712	937	937	986	1000	1000	1000	1000	1000
30	238	366	384	837	983	985	994	1000	1000	1000	1000	1000
40	274	408	464	873	994	995	999	1000	1000	1000	1000	1000
50	273	541	573	895	998	999	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Table 6. The power of variation indicies when it was a difference on the utilization rate among areas (if the difference were to be ratio difference) (the repeat times : 1000)

no. of area	the difference of utilization rate among areas (R)											
	1.1			1.2			1.3			1.4		
	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV	EQ	CV	SCV
(f ₁ , f ₂ , f ₃)=(0.0, 0.9, 0.1)												
10	87	86	86	186	229	230	404	451	462	642	693	701
20	59	74	76	198	260	259	458	566	575	743	878	879
30	112	123	115	253	346	348	588	743	740	870	965	963
40	67	98	98	222	392	393	571	844	842	872	991	991
50	86	113	108	248	449	450	601	874	868	888	995	995
(f ₁ , f ₂ , f ₃)=(0.1, 0.9, 0.0)												
10	75	76	79	174	163	161	350	269	271	546	439	448
20	66	72	71	194	185	191	420	373	384	681	639	643
30	95	111	111	205	227	217	506	517	515	776	811	809
40	67	99	100	217	273	270	504	597	609	779	870	869
50	69	82	74	235	301	300	508	678	671	828	914	914
(f ₁ , f ₂ , f ₃)=(0.1, 0.8, 0.1)												
10	74	71	71	166	146	137	338	302	288	562	443	437
20	82	85	78	176	183	174	405	413	389	655	660	628
30	73	89	84	222	253	231	502	564	528	775	803	770
40	76	80	73	240	313	289	541	634	607	810	886	865
50	62	103	86	242	369	329	558	724	675	845	945	924
(f ₁ , f ₂ , f ₃)=(0.3, 0.4, 0.3)												
10	70	71	69	151	141	136	354	286	271	550	463	435
20	61	80	74	199	199	183	428	412	389	674	674	626
30	109	109	97	234	283	257	550	598	549	787	831	786
40	72	100	93	224	328	292	546	675	618	795	896	861
50	83	101	91	250	340	298	553	739	692	850	946	922

* : (f₁, f₂, f₃) means the proportion of each area group when all areas are grouped as 3 categories (high, middle, low) by level of utilization rate (ex. f₁=0.3, f₂=0.4, f₃=0.3 -> the proportion of high-use area = 30%, the proportion of middle-use area = 40%, the proportion of low-use area = 30%)

을 보여주고 있으며 이러한 경향은 CV와 SCV에서도 동일하였다. 그러나 CV인 경우, 인구수를 동일하게 가정한 경우와 실제 지역 인구수를 사용한 경우 전체 지역 인구수의 평균에 차이가 없으면, 이들간 95백분위수에 큰 차이가 없었다.

이 연구에서의 시뮬레이션 결과 역시, Diehr 등(1990a)의 결과와 비슷하였다. 즉, 전체적으로 제시된 각 통계량의 95백분위수는 지역수가 많고, 의료이용률이 높고, 최소 인구수를 가진 지역의 인구수가 의료이용률에 비해 많으면 즉, 기대 의료이용건수가 많을수록, 세 통계량 모두 안정적이었다. 그러나 의료이용률이 낮고 지역인구수가 작은 경우에는 세 통계량이 모두 불안정하였으며 지역간 인구수에 차이가 많으면 CV를 사용하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있었다.

한편 Diehr 등(1990a)은 특정 모집단의 분포를 가정하지 않고 경험적 분포를 토대로 시뮬레이션할 것을 제안하였으며, Carriere와 Roos(1994)는 의료이용에 대한 특정한 분포를 가정하지 않고 폭넓게 사용할 수 있는 분포무관 통계량을 제안한 바 있다. 그러나 이들 연구들은 제한된 조건들에 대해 단편적으로만 통계량 분포를 제시하고 있어, 이들 연구들로부터 시뮬레이션을 통해 제시한 표들을 타 연구에서 이용하기에는 현실적으로 제한점이 많다는 문제가 있었다.

따라서 이 연구에서는 통계량 분포에 영향을 줄 수 있는 요인인 지역수, 의료이용률 수준, 최소 인구수의 변화에 따른 통계량 분포를 제시하므로써 각 통계량 해석시 고려해야 할 요인들에 대한 정보를 제시하였다. 아울러, 각 요인들이 일정한 범위 내에서 변화할 때의 유의한 통계량 수준으로서 95백분위수를 제시하므로써, 2차 자료만을 가진 연구자가 위에서 제시한 몇 가지 영향 요인들에 대한 정보를 알 경우 본 연구에서 제시한 결과와 근사한 조건의 통계량 수준을 찾아 비교하고 통계적 검정을 할 수 있다는 측면에서 지역간 이용지표 검정의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

그간 진행된 소규모 지역간 의료이용

변이에 대한 방법론적인 연구에 있어 지적되는 문제점은 이들 연구들이 주로 존재 구명을 위한 통계량의 제안과 통계량 분포의 기술에 치중되었으며 실제 연구에서 어떤 통계량을 사용해야 하는지에 대한 체계적인 검토가 부족하다는 점이었다. 최근에 Diehr 등(1992)은 EQ, CV, SCV, 그리고 χ^2 -검정에 대하여 몇 가지 대립가설하에서 검정력을 조사하였으며, 그 결과 χ^2 -검정의 검정력이 대부분 높았고 EQ의 검정력이 대체로 낮음을 보였다. 따라서 Diehr 등(1992)은 χ^2 -검정에 대해 통계량의 분포를 알기 때문에 다른 통계량처럼 시뮬레이션을 시행할 필요가 없고, 개인이 여러번 의료이용을 하는 경우에도 χ^2 -통계량을 조정할 수 있는 방법이 있으며 또한 검정력이 높기 때문에 앞으로 소규모 지역간 의료이용의 변이에 대한 통계적 방법으로서 χ^2 -검정 또는 수정한 χ^2 -검정을 사용할 것을 주장하였으며 EQ를 사용할 이유가 없음을 지적하였다.

이 연구에서도 Diehr 등(1992)의 대립가설과는 다른 일반적인 형태의 가설하에서 EQ, CV, 그리고 SCV의 검정력을 조사한 결과 EQ의 검정력이 CV나 SCV에 비해 낮았다. 그러나 지역수가 20개 미만으로 작고 지역별 의료이용률이 상, 중, 하 세 집단으로 구분하였을 때, 각 집단내 지역별 의료이용률이 동일하다는 대립가설하에서 세 집단의 구성비율에 따라 EQ의 검정력이 CV나 SCV보다 높은 경우가 있었다. '소규모 지역간 의료이용 변이'의 연구목적을 생각할 때 χ^2 -검정은 EQ보다 직관적이지 못하며, 의료이용의 측정변수가 의료비와 같이 연속형인 경우에는 사용할 수 없다. 또한 의료이용률과 지역 인구수에 영향을 많이 받을 것을 생각할 때 Diehr 등(1992)의 주장처럼 χ^2 -검정을 일률적으로 사용할 것만은 아니라고 판단된다.

따라서 이 연구에서 살펴본 바와 같이 지역간 의료이용 변이에 영향을 줄 수 있는 몇 가지 요인들의 수준을 달리하면서 통계량 검정력을 검정한 결과 상황에 따라 통계량의 검정력에 다소 차이가 있음

을 알 수 있었으며 통계량을 선정하고자 할 때에는 이러한 특성들을 충분히 감안하여 선정할 필요가 있다고 생각된다. 이러한 의미에서 이 연구결과에서 제시된 각 조건들 하에서의 통계량의 검정력 역시, 연구자가 자신의 자료특성을 감안하고 적절한 통계량 지표를 선정하는 과정에서 기초 자료로서 활용할 수 있을 것으로 기대한다. 무엇보다도 지금까지 제시된 연구들의 결과들을 체계화하려는 노력과 여러 가지 통계량들의 분포와 검정력을 비교하는 다각적인 측면에서의 심층연구가 보다 활성화될 필요가 있다고 사료된다.

요약 및 결론

최근에 소규모 지역간 의료이용 변이의 존재를 구명하고자 하는 연구가 많이 있었으나 대부분의 연구들은 통계적 검정을 시행하지 않고 기술적인 지표의 크기로만 변이의 존재 유무를 해석하였다. 그러나 추정된 이들 지표 또는 통계량이 크다고 해서 지역간 의료이용의 변이가 존재한다고 단정하기는 어렵다. 지역간 의료이용의 변이가 있는지를 확인하기 위해서는 통계적인 유의성 검정과정의 뒤따라야 하며 이를 위해서는, 이들의 분포를 추정하는 방법론적인 연구가 선행되어야 한다.

따라서 이 연구는 현재까지 많이 사용되어온 EQ, CV, 그리고 SCV 통계량들을 중심으로 시뮬레이션을 통해 각 통계량들의 분포를 제시하고 이들 통계량들의 검정력을 비교하므로써 소규모 지역간 의료이용 변이의 존재를 검정하는데 기초정보를 제공하고자 수행되었다. 주요 연구결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

1. 다른 조건이 일정할 때 지역수가 증가함에 따라 EQ의 95백분위수는 증가하였고 CV나 SCV의 95백분위수는 감소하였으나 대체로 변화의 폭은 크지 않았다.
2. 지역 인구수가 증가하거나 또는 의료이용률이 증가할 때 세 통계량 모두 95백분위수는 감소하였다. 그러나 의료이용

률이 작고 지역내 인구수가 작은 경우, EQ 통계량은 매우 불안정하였으며 상대적으로 CV는 안정적이었다.

3. 각 지역 인구수의 전체 평균은 동일하나 지역간 인구수의 차이가 커지게 되면 EQ와 SCV 통계량의 95백분위수는 증가하는 반면 CV는 상대적으로 큰 변화가 없었다.

4. 의료이용률이 증가하면 세 통계량 모두 검정력이 증가하였다. 그러나 동일한 의료이용률의 차이에 대해 EQ는 지역수가 많아짐에 따라 검정력이 크게 증가하지 않았으나 CV와 SCV는 검정력이 증가하였다.

5. 전반적으로 EQ가 CV나 SCV에 비해 검정력이 낮았으며 CV와 SCV는 비슷하였다. 그러나 지역수가 20개 미만으로 작거나 지역별 의료이용률이 상, 중, 하 세 집단으로 나뉘어질 경우, 그리고 각 집단내 지역별 의료이용률이 동일하다는 대립가설하에서는 세 집단의 구성비율에 따라 EQ의 검정력이 CV나 SCV보다 높은 경우가 있었다.

이상의 연구결과 소규모 지역간 의료이용 변이의 존재를 구명하는 통계량을 선택할 때 CV나 SCV가 EQ보다는 경험적 유의수준이나 검정력 측면에서 우수하다는 것을 알 수 있었다. 그러나 실제 자료의 다양한 특성을 반영할 수 있는 지속적인 연구가 뒤따라질 때 보다 정교한 방법론의 틀이 갖추어질 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김세라. 백내장 입원환자에 대한 의사의 진료행태 변이에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위 논문, 1994
- 김혜경, 이정운, 박강원, 문옥륜. 제왕절개 분만률의 지역간 변이와 관련요인에 대한 연구. 예방의학회지 1992; 25(3): 312-329
- 문옥륜, 김창엽, 김명기. 동일 진단명에 대한 상병분류기호의 의료기관별 변이에 관한 연구. 보건행정학회지 1992; 2(1): 66-79
- 안형식, 권영대, 김용익, 신영수. 제왕절

개 분만률의 지역간 변이에 영향을 미치는 의료기관특성요인 분석. 보건행정학회지 1991; 1(1): 27-41

이선희, 조우현, 남정모, 김석일. 일부 다빈도 진단명들의 지역간 의료이용 변이. 보건행정학회지 1994;4(1):49-76

조우현, 김한중. 소규모 지역간 의료이용 차이에 관한 문헌고찰. 보건행정학회지 1991; 1(1): 42-53

조우현, 이선희, 손명세, 박은철, 김세라. 지역간 의료이용 변이에 관한 연구. 예방의학회지 1994;27(2):609-26

Cain KC, Diehr P. Testing the null hypothesis in small area analysis. *Health Service Research* 1992; 27(3): 267-294

Carriere KG, Roos LL. Comparing standardized rates of events. *Am J Epidemiol* 1994; 140(5): 472-482

Diehr P. Small area statistics : large statistical problems. *American Journal of Public Health* 1984; 74(4): 313-314

Diehr P, Cain K, Connell F, Volinn E. What is too much variation? The null hypothesis in small- area analysis. *Health Services Research* 1990a; 24(6): 741-771

Diehr P, Cain KC, Kreuter W, Rosenkranz S. Can small area analysis detect variation in surgery rates? The power of small area variation analysis. *Med Care* 1992; 30(6): 484-502

Diehr P, Grembowski D. A small area simulation approach to determining excess variation in dental procedure rates. *American Journal of Public Health* 1990b; 80(11): 1343-1348

Gatsonis C, Normand SL, Liu C, Morris C. Geographic variation of procedure utilization : A hierarchical model approach. *Med Care* 1993; 31(5): 54-59

Kazandjian VA, Durance PW, Schork MA. The extremal quotient in small-area variation analysis. *Health Service Research* 1979; 24(5): 665-684

McPherson K, Strong PM, Epstein AE, Jones L. Regional variations in the use of common surgical procedures: within and between England and Wales, Canada and the United States of America. *Soc. Sci. Med.* 1981; 15: 273-288

McPherson K, Wennberg JE, Hovind OB, Clifford P. Small area variations in the use of common surgical procedures : an international comparison of New England, England and Norway. *N Engl J Med* 1982; 307: 1310-1314

Stockwell H, Vayda E. Variations in surgery in Ontario. *Med Care* 1979; 17(4): 390-396

Wennberg JE, Gittelsohn A. Small area variations in health care delivery. *Science* 1973; 182: 1102-1108

Wilson P, Tedeschi P. Community correlates of hospital use. *Health Service Research* 1984; 19(3): 333-355

Appendix 1. Number of areas, utilization rate by diseases in the empirical data

disease	number of areas	size of area population		utilization rate per 100,000 populations
		minimum size	maximum size	
pneumonia	48	34,428	426,677	99.98
bronchitis	50	24,325	426,677	48.07

source: 이선희 등. 일부 다빈도 진단명들의 지역간 의료이용 변이. 보건행정학회지 1994;4(1):49-76